

**PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH MULTI SENSOR DAN MULTI
RESOLUSI UNTUK PEMODELAN LUAS VEGETASI BERBASIS NILAI KOEFISIEN
ALIRAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai syarat untuk
memperoleh gelar kesarjanaan S-1 pada
Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada**



Oleh :

Yudo Pramono

05/186788/GE/05694

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS GADJAH MADA

FAKULTAS GEOGRAFI

YOGYAKARTA

2013

Naskah Publikasi

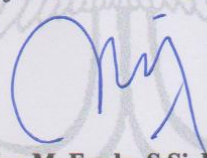
**PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH MULTI SENSOR
DAN MULTI RESOLUSI UNTUK PEMODELAN LUAS VEGETASI
BERBASIS NILAI KOEFISIEN ALIRAN**

**Program Studi Kartografi dan Penginderaan Jauh
Jurusan Sains Informasi Geografi dan Pengembangan Wilayah**



**Disusun oleh:
YUDO PRAMONO
No. Mhs 05/186788/GE/05694**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing,



Nur M. Farda, S.Si., M.Cs

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS GADJAH MADA
FAKULTAS GEOGRAFI
YOGYAKARTA
2013**

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI ARTIKEL

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Nur M. Farda, S.Si.,M.Cs

NIP : 197802182002121003

Telah membaca dan mencermati naskah artikel yang merupakan ringkasan skripsi dari:

Nama Mahasiswa : Yudo Pramono

NIM : 05/186788/GE/05694

Judul Skripsi : Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Multi Sensor dan Multi
Resolusi Untuk Pemodelan Luas Vegetasi Berbasis Nilai
Koefisien Aliran

Naskah artikel tersebut telah saya nyatakan layak dan disetujui untuk dipublikasikan secara online pada JURNAL BUMI INDONESIA, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.

Demikian persetujuan ini saya sampaikan, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Yogyakarta, 25 Oktober 2013



Nur M. Farda, S.Si.,M.Cs

NIP. 197802182002121003

PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH MULTI SENSOR DAN MULTI RESOLUSI UNTUK PEMODELAN LUAS VEGETASI BERBASIS NILAI KOEFISIEN ALIRAN

Yudo Pramono
bangyudopramono@gmail.com

Nur M. Farda
farda@geo.ugm.ac.id

Abstract

Intisari

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luas dan kerapatan vegetasi existing di DAS Garang serta mengetahui luasan vegetasi yang dibutuhkan pada DAS Garang agar tidak banjir. Sumber data primer yang digunakan diperoleh dari transformasi citra ALOS AVNIR 2 dan survei lapangan.

Metode penginderaan jauh digunakan dalam penentuan koefisien aliran sebagai input perhitungan debit rencana DAS dengan metode rasional dari Cook. Koefisien aliran didapatkan dari kerapatan vegetasi berdasarkan transformasi NDVI citra ALOS AVNIR-2. Selain input koefisien aliran, metode rasional juga menggunakan parameter berupa intensitas hujan harian mononobe. Debit hasil perhitungan rasional tersebut kemudian dibandingkan dengan debit eksisting sungai. Dicari nilai debit yang lebih rendah dari debit sungai.

Luas vegetasi *eksisting* DAS Garang adalah 12924,6 Ha (59,7%), terdiri dari 3455,7Ha (15,9%) vegetasi kerapatan rendah, 4137,7Ha (19,1%) vegetasi kerapatan sedang, 4352,4Ha (20,1%) vegetasi kerapatan tinggi dan, 978,6Ha (4,5%) vegetasi kerapatan rendah. Penambahan luas vegetasi 20,3% dengan kerapatan 100% di DAS Garang dapat mengurangi nilai koefisien aliran sebesar 0,204, dari semula 0,762 menjadi 0,558. Penambahan luas vegetasi 20,3% dengan kerapatan 100% di DAS Garang dapat mengurangi nilai debit sungai aktual 391,894 m³/detik, menjadi 287,146 m³/detik, terjadi penurunan nilai debit sebesar 104,748 m³/detik.

Kata kunci : Citra *ALOS AVNIR2*, Pemodelan, Luas Vegetasi, Koefisien Aliran

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk yang cukup tinggi di dunia khususnya Indonesia memiliki banyak dampak. Dampak yang paling mudah dijumpai adalah kekurangan lahan. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya perubahan penggunaan lahan. Lahan yang semula dipergunakan untuk sawah, karena kekurangan lahan untuk permukiman, maka lahan sawah tersebut di alih fungsikan menjadi lahan permukiman. Pengalih fungsian lahan tersebut akan secara otomatis mengurangi luasan lahan pertanian, sehingga terjadi pembukaan lahan hutan menjadi lahan pertanian.

Pengalih fungsian lahan hutan menjadi lahan pertanian tanpa disadari memiliki peranan yang besar terhadap rusaknya kestabilan ekosistem di dalam Daerah Aliran Sungai. Contoh nyata yang saat ini sering terjadi adalah banjir dan kekeringan. Banyak daerah aliran sungai yang sejak dulu tidak pernah banjir namun saat ini sering banjir dan saat kemarau kekeringan. Salah satu penyebab hal tersebut adalah alih fungsi lahan bervegetasi.

Dari pemaparan diatas, kita dapat memahami bahwa vegetasi memiliki peran penting untuk menjaga kestabilan DAS. Sehingga perlu dilakukan suatu kajian penghitungan luasan vegetasi yang ada saat ini pada suatu sistem DAS. Selain itu perlu juga diketahui berapakah luasan vegetasi yang dibutuhkan agar tidak terjadi banjir, dengan suatu pemodelan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah integrasi sistem penginderaan jauh dengan sistem informasi geografis. Perhitungan koefisien aliran dilakukan dengan cara NDVI, kerja lapangan, dan data sekunder. Pengolahan dan pemodelan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak sistem informasi geografis..

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan Penelitian

1. Data Digital Elevation Model SRTM resolusi spasial 30m.
2. Citra ALOS AVNIR-2 liputan Kota Semarang dan sekitarnya tahun liputan 2009.
3. Peta Rupabumi digital Indonesia lembar Semarang dan sekitarnya
4. Peta jenis tanah DAS Garang.
5. Data debit maksimum sungai eksisting Sungai Garang.
6. Data intensitas hujan harian

Alat Penelitian

1. Seperangkat komputer dengan spesifikasi intel Centrino Duo 1,66GHz, 1GB RAM, 256MB VGA Card, 80 GB hard disk
2. Printer
3. ENVI 4.5 untuk preprosesing citra ALOS dan transformasi NDVI.
4. Arc GIS 9.3.1 untuk prosesing data vektor, dan pembuatan model.
5. MS excel untuk analisis regresi.
6. MS Word untuk penyusunan laporan.
7. Meteran untuk pengukuran di lapangan
8. GPS untuk mengetahui letak sampel
9. Kamera digital untuk dokumentasi.

Tahap-Tahap Penelitian

Tahap Persiapan

Tahap persiapan diawali dengan pengumpulan informasi yang mendukung penelitian. Informasi tersebut dapat bersumber dari literatur, penelitian terdahulu, atau surat kabar. Pengumpulan informasi ini ditujukan agar terdapat kesesuaian antara permasalahan yang terjadi di lapangan dengan teori yang akan dipergunakan dalam menyelesaikan masalah yang ada.

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Pada tahap ini, diawali dengan inventarisasi kebutuhan data, kemudian dilanjutkan dengan penentuan lokasi keberadaan data tersebut. Data terbagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra ALOS AVNIR-2, dan citra SRTM 30m. Sedangkan data sekunder yang digunakan adalah data intensitas hujan harian dan peta jenis tanah yang diperoleh dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Jawa Tengah.

Tahap terakhir dalam persiapan penelitian adalah orientasi lapangan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi lapangan secara lebih jelas dan mencari info tambahan dari penduduk lokal, sehingga diharapkan dapat mempermudah pelaksanaan penelitian.

Pemrosesan Data Awal

Nilai piksel pada citra ALOS AVNIR-2 yang digunakan merupakan nilai *Radiance at Sensor*. Hal tersebut dapat diketahui dari *header* citra. Kalibrasi radiometrik dilakukan untuk mengubah nilai citra ALOS AVNIR-2 terkoreksi level 1B (radiometrik dan geometrik) tersebut ke nilai *surface reflectance*. Tujuan dari pengembalian ke nilai tersebut adalah untuk mendapatkan nilai piksel yang telah

memperhitungkan beberapa aspek temporal dan spasial akibat perekaman sensor.

Nilai *surface reflectance* telah memperhitungkan 2 aspek yaitu variasi sinar matahari yang dipengaruhi oleh sudut ketinggian sinar atau jarak antara bumi dan matahari, serta aspek pengaruh oleh material atmosfer dalam deteksi oleh sensor. Hasil dari kalibrasi ini adalah nomor kode transfer radiatif atmosfer yang menyajikan estimasi realistis dari efek hamburan dan absorpsi atmosfer pada satelit (AlderGolden et al., 1999; Matthew et al., 2000; Vermote et al., 1997, 2002 dalam Jensen, 2005).

Koreksi geometrik mencakup perujukan titik-titik tertentu pada citra ke titik-titik yang sama di medan, di citra dengan cakupan daerah sama yang telah terkoreksi, maupun di peta. Pasangan titik ini kemudian digunakan untuk membangun fungsi matematis yang menyatakan hubungan antara posisi sembarang titik pada citra dengan titik objek yang sama pada peta maupun lapangan. Perlu diperhatikan bahwa posisi piksel yang dimaksud adalah posisi pusat piksel. Pada koreksi ini, telah dipertimbangkan bahwa perubahan posisi piksel itu juga mencakup perubahan informasi spektralnya. Untuk mengatasi hal itu, diperlukan interpolasi nilai spektral selama transformasi geometri (yang disebut proses *resampling*), sehingga dihasilkan geometri baru dengan nilai baru. Untuk relokasi piksel, algoritma ini berupa fungsi polinomial. Untuk interpolasi nilai spektral, dikenal algoritma *nearest neighbour*, *bi-linear* serta *cubic convolution* (Danoedoro, 1996). Pada penelitian ini digunakan algoritma polinomial orde 1 karena sebagian besar daerah penelitian merupakan daerah datar. Sedangkan *resampling* yang digunakan adalah algoritma *nearest neighbour*.

Kerja Lapangan

Kerja lapangan dilakukan untuk memperoleh data yang tidak dapat diekstraksi dari citra satelit, dan verifikasi data yang dimiliki.

Pemrosesan Data Lanjutan

Transformasi Citra

Transformasi citra merupakan upaya untuk menonjolkan salah satu objek dan menekan aspek yang lain. Citra yang digunakan untuk transformasi ini adalah citra yang telah terkalibrasi radiometrik, sehingga nilai yang digunakan adalah nilai *surface reflectance*. Pada penelitian ini dilakukan transformasi citra berupa teknik *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* pada citra ALOS AVNIR-2 untuk mendapatkan aspek permukaan kedap air dalam estimasi nilai koefisien aliran. Dengan fasilitas *band math* pada software

ENVI 4.5 maka dilakukan transformasi ini dengan formula

$$NDVI = \frac{\text{band 4 ALOS AVNIR 2} - \text{band 3 ALOS AVNIR 2}}{\text{band 4 ALOS AVNIR 2} + \text{band 3 ALOS AVNIR 2}}$$

Hasil dari transformasi ini adalah nilai NDVI tiap piksel dengan range antara -1 sampai dengan +1. Nilai -1 menunjukkan daerah tanpa vegetasi, dengan asumsi persentase permukaan kedap air juga tinggi, 0 menunjukkan tubuh air, sedangkan nilai +1 menunjukkan area dengan vegetasi kerapatan tinggi.

Unit-unit pemetaan pada citra hasil transformasi memiliki nilai dan ukuran yang sangat beragam. Informasi yang sangat detil ini membuka peluang terjadi kesalahan dalam kegiatan pemilihan sampel. Dengan demikian perlu disederhanakan melalui proses pengkelasan. Pengkelasan ini hanya dipergunakan pada tahap pemilihan sampel.

Perhitungan Nilai Kerapatan Vegetasi

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar persentase kerapatan vegetasi yang ditunjukkan oleh suatu nilai NDVI pada citra. Observasi dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan pada daerah sampel yang telah ditentukan. Pemilihan sampel dilakukan dengan gabungan teknik *Area Sampling* dan *Stratified Purposive Sampling*. Pada setiap kelas NDVI akan dipilih beberapa sampel, di daerah yang memiliki akses agar dapat dijangkau. Plot area sampel seluas 10 x 10 m, menggunakan 1 piksel citra ALOS AVNIR2 di muka bumi. Pada prinsipnya, liputan tajuk setiap tegakan pada plot area diasumsikan sebagai suatu luasan tertutup yang berbentuk elips. Sehingga untuk mengetahui luasan liputan tajuk, parameter yang perlu diukur di lapangan adalah diameter terpanjang dan diameter terpendek tajuk tiap tegakan. Dilakukan dengan cara memproyeksikan tutupan tajuk ke permukaan tanah menggunakan garis imajiner.

Hasil pengukuran yang berupa persentase kerapatan vegetasi dan nilai NDVI dianalisis statistik sederhana. Analisis yang digunakan adalah analisis regresi sederhana yang kemudian menghasilkan suatu pola tertentu yang menggambarkan hubungan antara nilai NDVI dengan kerapatan vegetasi pada daerah penelitian.

Perhitungan Nilai Koefisien Aliran

Penelitian ini beranjak dari logika bahwa vegetasi berfungsi sebagai penghambat efektif terbentuknya aliran permukaan. Sehingga secara teoritis pada daerah dengan kerapatan vegetasi tinggi, akan dijumpai nilai koefisien aliran yang rendah. Keduanya memiliki hubungan berbanding terbalik. Misal kerapatan vegetasi 100 % maka nilai C = 0.

Dari prinsip perbandingan tersebut dapat diketahui nilai C pada lokasi penelitian.

Perhitungan Intensitas Hujan

Intensitas hujan didefinisikan sebagai tinggi curah hujan per satuan waktu. Untuk mendapatkan intensitas hujan selama waktu konsentrasi, digunakan rumus Mononobe (*Kyotoka Mori, 1975 dalam Suripin, 2005*):

$$I = ((R_{24} / 24) \times (24 / T_c))^{2/3} \dots\dots\dots (2.2)$$

Adapun waktu konsentrasi (T_c) dihitung dengan menggunakan rumus Kirpich (*VT Chow, 1988 dalam Suripin, 2005*):

$$T_c = 0,0195 \times (L^{0,77} / S^{-0,385}) \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana:

- I : Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- R_{24} : Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)
- T_c : Waktu konsentrasi
- L : Panjang sungai / alur utama (km)
- S : Beda tinggi sungai utama

Eksesekusi Model

Penentuan Daerah Berpotensi Tergenang

Estimasi luas daerah genangan untuk setiap periode ulang dihitung dengan dasar volume air yang meluap dengan DEM. Air yang meluap tersebut akan mengisi daerah cekungan di sekitar sungai. Pada daerah cekungan yang dalam, luasannya akan lebih sempit daripada di daerah yang lebih datar.

Penentuan cekungan yang akan terisi ini dilakukan dengan fasilitas *area and volume statistic* yang ada di perangkat lunak ArcGis. Fasilitas ini akan menghasilkan nilai ketinggian minimum dan maksimum dari suatu DEM subdas. Dengan menggunakan parameter referensi berupa ketinggian tertentu maka akan didapat volume dari cekungan yang dihasilkan.

Perhitungan Kebutuhan Luas Vegetasi

Perhitungan luas vegetasi dilakukan dengan cara memvariasikan luas vegetasi dan kerapatan vegetasi pada daerah aliran sungai bodri. Lokasi penambahan vegetasi berdasarkan peta arahan penggunaan lahan. Sedangkan luas dan kerapatan vegetasi disimulasikan hingga diketahui luas dan kerapatan minimal vegetasi di daerah aliran sungai Bodri tiap periode ulang hujan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Transformasi NDVI

Transformasi NDVI adalah suatu algoritma pengolahan data penginderaan jauh secara digital untuk mengkaji informasi tematik dari lahan bervegetasi. Dasar dari pengembangan metode indeks vegetasi adalah interaksi antara vegetasi dengan radiasi elektromagnetik pada kisaran panjang gelombang yang berlainan. Hasil pengolahan citra NDVI merepresentasikan nilai antara -1 sampai 1. Semakin tinggi nilai piksel dari NDVI, semakin tinggi tingkat kehijauan vegetasi. Hasil Pengolahan NDVI, memperoleh nilai terendah -0,5890 dan nilai tertinggi adalah sebesar 0,5491.

Pengkelasan Nilai NDVI

Pengkelasan nilai NDVI bertujuan untuk menyederhanakan nilai yang sangat beragam, menjadi beberapa kelas, sehingga dapat dihasilkan daerah yang lebih homogen, atau ini memiliki nilai yang hampir seragam. Pengkelasan nilai NDVI ini bertujuan untuk pemilihan sampel.

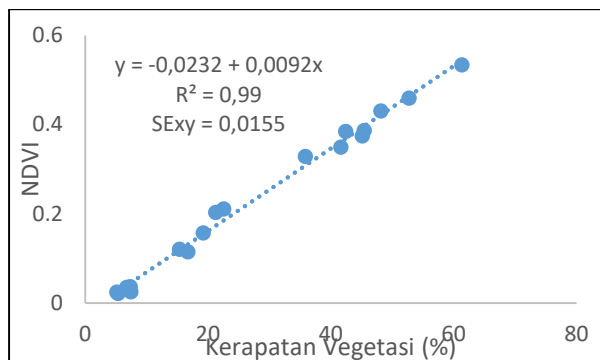
Pengkelasan nilai NDVI ini menggunakan metode *Natural Breaks*. Metode klasifikasi ini juga biasa dikenal dengan metode Optimasi Jenks, yaitu metode klasifikasi data yang dirancang untuk menentukan susunan terbaik dari nilai-nilai kedalam susunan kelas yang berbeda. Caranya yaitu dengan meminimalkan penyimpangan rata-rata setiap kelas dari kelas mean, dan memaksimalkan setiap penyimpangan dari kelas ke kelas kelompok lain. Dengan kata lain, metode ini berusaha untuk mengurangi variansi dalam kelas, dan memaksimalkan variansi antar kelas.

Kerja Lapangan

Dalam observasi titik dilapangan, dipergunakan alat navigasi berupa GPS. Selain itu, alat yang dipergunakan dalam melakukan observasi adalah kompas, tali, meteran, kamera, alat tulis, dan lainnya. Pengukuran sampel diawali dengan pembuatan plot area berukuran 10m x 10m. Pada pengukuran yang dilakukan peneliti, tajuk yang diukur hanya yang melalui garis diagonal yang dibuat, namun cara tersebut ternyata kurang tepat. Metode yang tepat adalah dengan cara mengukur diameter tajuk terpanjang dan terpendek disetiap tegakan yang ada pada plot area. Kalkulasi nilai kerapatan vegetasi adalah tahap terakhir pada waktu observasi lapangan. Titik-titik sampel memiliki kerapatan vegetasi bervariasi, antara 5,1% hingga 61,3%.

Analisis Regresi Sederhana

Pengamatan pada hasil transformasi NDVI menunjukkan terdapatnya korelasi antara nilai NDVI dengan nilai kerapatan vegetasi. Untuk mengetahui bagaimana tepatnya hubungan antara kedua variabel tersebut, dilakukan analisis regresi sederhana yang akan menghasilkan hubungan dalam bentuk persamaan matematis. Dalam hal ini nilai kerapatan vegetasi dianggap sebagai variabel x , sedangkan nilai NDVI yang besarnya tergantung dari nilai kerapatan vegetasi, dianggap sebagai variabel y .



Gambar 1. Grafik Hubungan Kerapatan Vegetasi dan NDVI

Luas dan Kerapatan Vegetasi DAS Garang

Dari hasil analisa data, kerapatan vegetasi dibagi menjadi lima kelas, yaitu bukan vegetasi, vegetasi kerapatan rendah, vegetasi kerapatan sedang, vegetasi kerapatan tinggi, dan vegetasi kerapatan sangat tinggi

Tabel 1. Luas dan Kerapatan Vegetasi DAS Garang

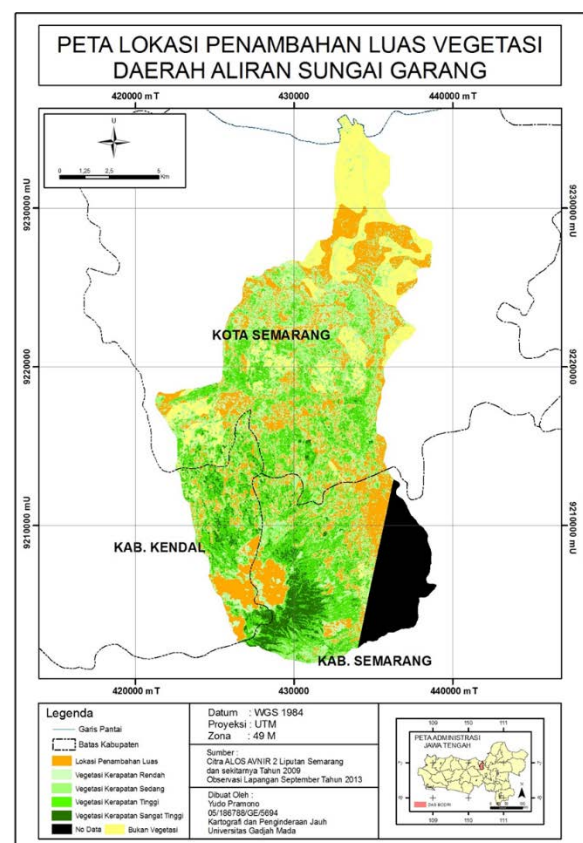
No.	Keterangan	Luas Vegetasi (ha)	Persentase Luas (%)
1	Bukan Vegetasi	7012,592	32,436
2	Vegetasi Kerapatan Rendah	3455,719	15,984
3	Vegetasi Kerapatan Sedang	4137,776	19,139
4	Vegetasi Kerapatan Tinggi	4352,457	20,132
5	Vegetasi Kerapatan Sangat Tinggi	978,661	4,527
6	No Data	1679,536	7,768
7	No Data	3,200	0,015
	Luas Total	21619,940	100,000
	Luas Vegetasi	12924,613	59,781

Nilai Koefisien Aliran DAS

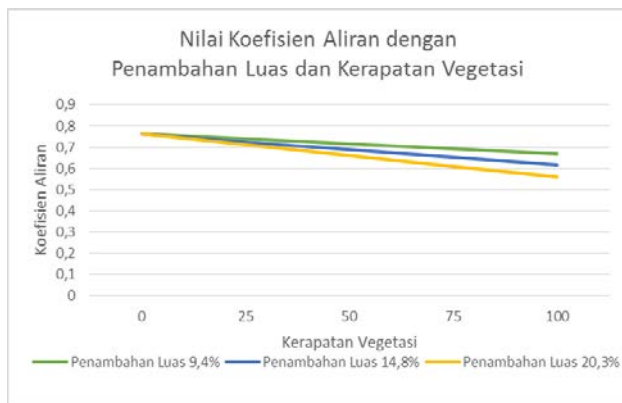
Nilai koefisien aliran pada citra diperoleh dengan mentransformasi nilai kerapatan vegetasi.

Tabel 2. Nilai Koefisien Aliran per Kelas Kerapatan

No	Kondisi Eksisting	Rerata C	Prosen Luas (%)	Koefisien Aliran
1	Bukan Vegetasi (Pemukiman)	1	12,03	0,12031
2	Bukan Vegetasi	1	20,39	0,20385
3	Vegetasi Kerapatan Rendah	0,923	15,98	0,14746
4	Vegetasi Kerapatan Sedang	0,768	19,14	0,14693
5	Vegetasi Kerapatan Tinggi	0,613	20,13	0,12338
6	Vegetasi Kerapatan Sangat Tinggi	0,458	4,527	0,02073
7	Tidak Ada Data	0	7,771	0
	Koefisien Aliran DAS Rerata			0,76267



Gambar 2. Peta Lokasi Penambahan Vegetasi



Gambar 3. Grafik Perubahan Nilai Koefisien Aliran terhadap Perubahan Luas dan Kerapatan Vegetasi

Tabel 3. Debit Sungai Garang Tiap Penambahan Luas dan Kerapatan Vegetasi

No.	Penambahan		Koefisien Aliran	Q Maks (m ³ /detik)
	Luas (%)	Kerapatan (%)		
1	0,0	0	0,763	391,8948
2	9,4	25	0,739	379,795
3	9,4	50	0,716	367,6953
4	9,4	75	0,692	355,5956
5	9,4	100	0,668	343,4959
6	14,8	25	0,726	372,881
7	14,8	50	0,689	353,8673
8	14,8	75	0,652	334,8536
9	14,8	100	0,615	315,8399
10	20,4	25	0,712	365,7077
11	20,4	50	0,661	339,5207
12	20,4	75	0,610	313,3337
13	20,4	100	0,559	287,1466

Dari gambar 3. dan tabel 3. dapat diketahui bahwa luas dan kerapatan vegetasi memiliki peranan yang cukup besar dalam mengurangi besarnya debit Sungai Garang. Penambahan luas vegetasi 9,4% dan kerapatan vegetasi 25% kurang signifikan dalam menurunkan debit sungai. Semakin luas dan rapat vegetasi yang ditambahkan, maka debit sungai semakin berkurang. Dari kombinasi penambahan luas 20,3% dan kerapatan vegetasi 100 persen, nilai koefisien permukaan berkurang sebesar 0,204, dari semula 0,762 menjadi 0,558. Sedangkan nilai debit sungai aktual 391,894 m³/detik nilainya turun, menjadi 287,146 m³/detik, terjadi penurunan nilai debit sebesar 104,748 m³/detik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Luas vegetasi *eksisting* DAS Garang adalah 12924,6 Ha (59,7%), terdiri dari 3455,7Ha (15,9%) vegetasi kerapatan rendah, 4137,7Ha (19,1%) vegetasi kerapatan sedang, 4352,4Ha (20,1%) vegetasi kerapatan tinggi dan, 978,6Ha (4,5%) vegetasi kerapatan rendah.
2. Penambahan luas vegetasi 20,3% dengan kerapatan 100% di DAS Garang dapat mengurangi nilai koefisien aliran sebesar 0,204, dari semula 0,762 menjadi 0,558.
3. Penambahan luas vegetasi 20,3% dengan kerapatan 100% di DAS Garang dapat mengurangi nilai debit sungai aktual 391,894 m³/detik, menjadi 287,146 m³/detik, terjadi penurunan nilai debit sebesar 104,748 m³/detik.
4. Luasan dan kerapatan vegetasi minimal di DAS Garang agar tidak banjir belum dapat diketahui dari penelitian ini.

Saran

1. Penelitian penginderaan jauh yang bersifat eksperimental, sebaiknya menggunakan data citra yang aktual, dengan cakupan utuh, dan memakai nilai pembanding yang akurat, sehingga akurasi hasil dapat dipergunakan dengan baik.
2. Hasil penelitian menunjukkan, kurangnya daerah bervegetasi dengan kerapatan sangat tinggi di DAS Garang, keadaan ini perlu menjadi pertimbangan bagi Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Kota Semarang dan Provinsi Jawa Tengah dalam perencanaan penanggulangan banjir Sungai Garang.
3. Penelitian ini dapat dilanjutkan, sehingga diketahui luasan per kerapatan vegetasi di DAS Garang Jawa Tengah dan dapat diterapkan di Daerah Aliran Sungai lainnya..

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Danoedoro, Projo. 1996. *Pengolahan citra Digital teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta
- De By et al. 2000. *Principles of Geographic Information Systems*. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enchede
- Howard, John A., 1980, *Penginderaan Jauh untuk Sumber Daya Hutan; teori dan aplikasi*, Gadjah Mada University Press; Yogyakarta
- Jensen, John R. 2005. *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective Third Edition*. Pearson Prentice Hall. South Carolina
- Lillesand. T.M., Keifer, R.W. and Chipman, Jonathan W. 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Martha, Sukendra et al. 2007. *Kartografi Visualisasi Data Geospasial*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Meijerink, Allard M.J; Hans A.M. de Brouwer ; Chris M. Mannaerts ; dan Carlos Valenzuela. 1994. *Introduction To The Use of Geographic Information Systems For Practical Hydrology*. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enchede
- Mirza, Mutia. 2005. Hubungan Kerapatan Vegetasi dan NDVI dalam Kaitannya dengan Estimasi Nilai Koefisien Aliran (Studi Kasus Beberapa Sub – Daerah Aliran Sungai Kampar Bagian Hulu, Provinsi Riau & Sumatera Barat). *Skripsi*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Seyhan, Ersin. 1993. *Dasar- Dasar Hidrologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Sudaryatno. 2000. Penerapan Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Estimasi Debit Puncak di Daerah Aliran Sungai (DAS) Garang Semarang, Jawa Tengah. *Tesis*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Sukesti, Dian Risa. 2010. Permodelan Daerah Genangan dengan Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Skripsi*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Sukwarjono & M. Sukoco. 1993. *Pengetahuan Peta*. Fakultas Geografi UGM; Yogyakarta
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- Wibowo, Hendro. 2008. Transformasi NDVI untuk Estimasi Nilai Koefisien Aliran Kasus Aplikasi Citra Landsat ETM+ di DAS Citarum Hulu. *Tesis*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Windarta, Jaka. 2009. Pengembangan Sistem Peringatan Dini Banjir Kaligarang Semarang Dengan Teknologi Berbasis SMS dan Web. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.